

LABORATORIEOPPGAVE NR 6

Logiske kretser - DTL (Diode-Transistor Logic)

Læringsmål:

Gi en kort innføring i de elektriske egenskapene til digitale kretser.

Delmål:

Studentene skal etter gjennomført laboratorieoppgave:

- Kunne forklare hvordan en logisk krets bestående av diskrete komponenter fungerer.
- Kunne regjøre for de viktigste aspektene av hvordan et klokkesignal påvirker en logisk krets.

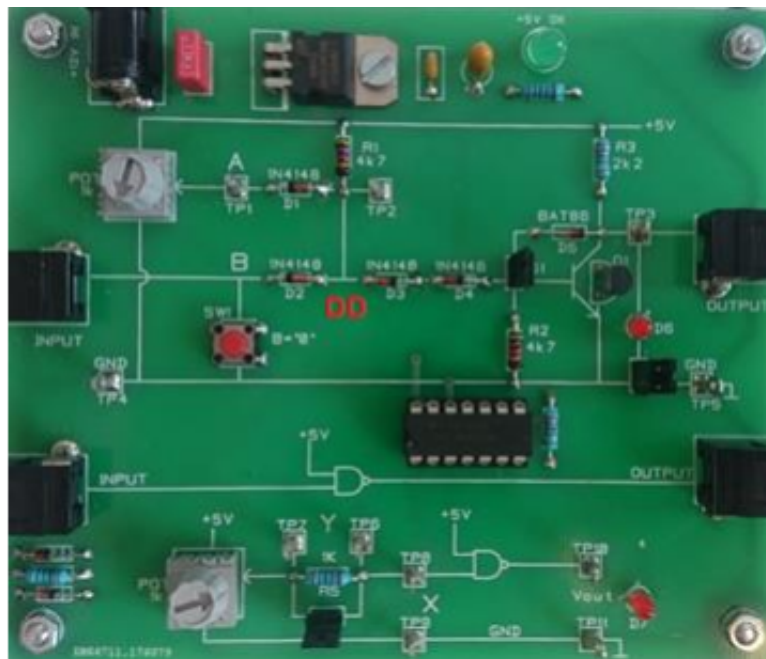
Oppbygning

Laboppgave 6 består av tre deler.

1. "Negative-AND gate" (NAND) implementert med diskrete komponenter (oppgave 1 & 2).
2. Undersøke egenskapene til en integrert NAND-krets (oppgave 3).
3. Ekstraoppgave (ikke obligatorisk for godkjenning)

Samtlige praktiske oppgaver i denne laboppgaven skal gjennomføres ved hjelp av et ferdigbygget kretskort (figur 1). Kortet inneholder en 2-input NAND-port-bygget opp av 4 dioder og en transistor (DTL), og en "integrated circuit" (IC) -47LS00 som inneholder 4 NAND-porter.

Oppgaven er tilrettelagt for å gjennomføring i Jupyter Notebook, som er inkludert i pakken Anaconda3 (Python 3-versjonen). Anaconda3 kan lastes ned [her \(https://www.continuum.io/downloads\)](https://www.continuum.io/downloads).



Figur 1: Kretskort for laboratorieoppgave 6.

Kort om logiske kretser

Logiske kretser kan behandles ved hjelp av symbolske ligninger. Emnet ble studert og beskrevet allerede i 1847 av G. Boole, - og ble i 1930-årene tatt i bruk for å beskrive koblingsnettverk for telefonsentraler, - og senere for datamaskiner. Et logisk signal kan være 1 eller 0 – 'høy' eller 'lav'

De elektriske signalnivåene må være entydig definert. Som regel blir den høyeste spenningen definert som logisk 1. (Positiv logikk).

AND og NAND – Logiske kretser

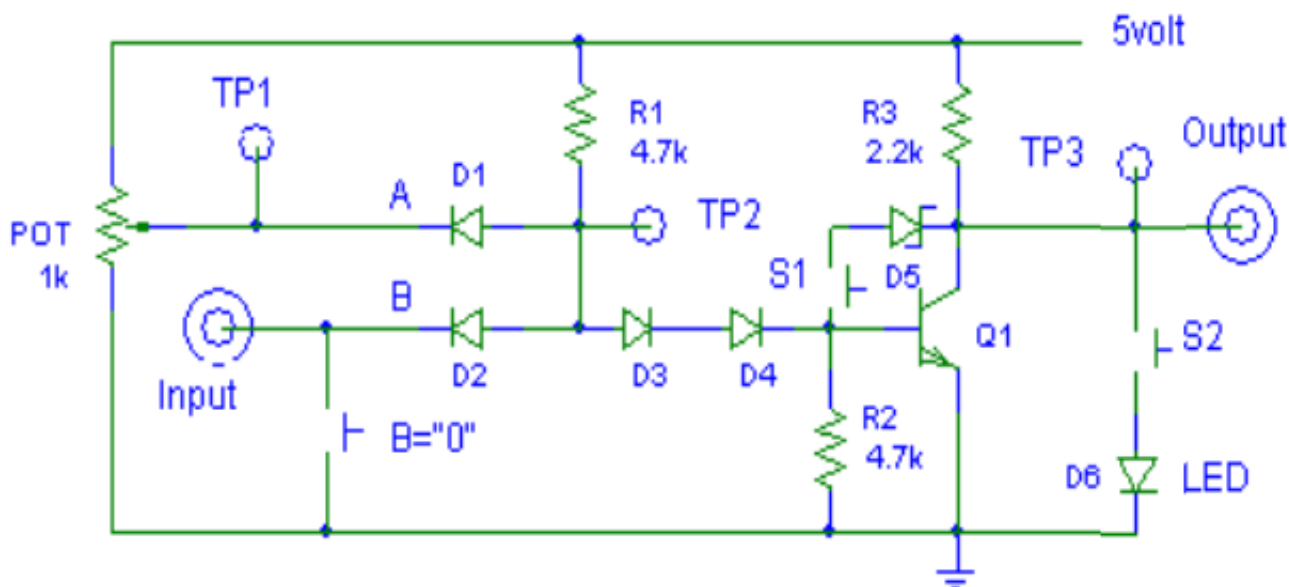
AND - Dette er en krets der utgangen er i tilstand 'høy' hvis alle inngangene er i tilstand 'høy'. For en AND-krets med to inngangssignaler 'A' og 'B', kan utgangssignalet 'Y' symbolsk skrives som $Y = A \cdot B$
 NAND - En AND-operasjonen med invertering av signalet. (AND - NOT -operasjon). NAND står for "Negative AND". NAND-kretser er kretsteknisk enklere å realiser enn AND.

NAND gate implementert med DTL

Kjør cellen under før du begynner på oppgavene.

```
In [ ]: %matplotlib notebook
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import lab6_forberedelse

#Denne cellen kan ikke kjøres per 09.03.2017, fordi lab6_forberedels
e ikke er klar. Kommer på plass til gjennomføring av lab.
```



Figur 2: Koblingskjema for kretskortet

- Et potmeter på 1 k Ω . er koplet til 'A' – vha. dette kan du variere spenningen på 'A'. (Måles med voltmeter i TP1)
- 'B' ligger normalt 'høy', - men kan legges til '0' med en trykk-knapp.
- Med 'strap' S2 på plass - vil lysdioden D6 vise om utgangen er 'høy' eller 'lav'.
- 12V forsyningsspenning må være tilkoblet under alle målinger i laboppgaven!

Oppgave 1: NAND-gate, kretskararakteristikk og virkemåte

1.a)

Hvilken tilstand har man på B når knappen ikke er trykket inn? *Det er ikke signal på "input" før i oppgave 2*

Produser en egen sannhetstabell (feks på et ark - trenger ikke være digitalt) som viser de sammenhengen mellom de ulike logiske tilstandene til kortet. Det vil si logisk tilstand på utgang som funksjon av logisk tilstand på A og B.

```
In [ ]: ### Tilstand på B her ###
```

NB ! - Fjern «strap» S2 og S1 før du går til de neste oppgavene.

1.b)

La 'B' være 'høy' – (ikke trykk på knappen) Ved hvilken spenning på 'A' skifter utgangen tilstand til lav?

```
In [ ]: ### Besvarelse her ###
```

1.c)

Bruk voltmeter til å finne nødvendige målinger for å plotte V_{ut} som funksjon av spenningen over A.

Pass på å få med med noen ekstra verdier rundt overgangen fra 'høy' til 'lav'.

Generelt om plott og målinger: pass på å få tilstrekkelig med målinger til at plottet ditt kun gjør brå endringer dersom dette faktisk avbilder virkeligheten

```
In [ ]: ### Måling og plott her ###  
v_a =[] #volt  
v_ut=[] #volt  
  
plt.figure()  
plt.plot()
```

1.d)

Hvor i plottet er tilstanden på utgangen "høy", og hvor er den "lav"?

```
In [ ]: ### Ditt svar her ###
```

1.e)

I stikkordsform, forbered muntlig forklaring av kretsens virkemåte til veileder. Her skal din forståelse av kretsen komme frem, og forklaringen bør relateres til temaer som: spenning i TP2, operasjonsområde for transistor, spenning på base, og kollektorstrøm.

```
In [ ]: ### Stikkord her ###
```

Oppgave 2: Klokkesignal og kretsrespons - bruk av signalgenerator

Tips: Om du er usikker på navn eller forkortelser fra instruksene under; bruk google!

Før du løser oppgaven:

Oppsett av oscilloscop:

- Kontroller ch.1 & 2 DC-kobling
- Aktiver CURSOR-funksjonen på oscillator. For å bevege cursor bruk de to hjulene øverst til venstre på instrumentet.

Oppsett av funksjonsgenerator:

- Mod-> Continuous
- Frekvens: 1kHz
- Signalform sinus
- Amplitude 5 Vpp.

Montering av kabler:

- Monter en BNC-T kobling på funksjonsgeneratorens OUT1, slik at dere får to utganger med samme signal. - **Bruk RCA-kabler mellom koblingsbrett, funksjonsgenerator og oscilloskop.**
- Koble en ledning fra utgangen av signalgeneratoren til en av inngangene på DTLkretsen, og en ledning fra utgangen til CH1 på oscilloskopet
- Koble en ny RCA-kabel fra utgangen på DTL-kretsen til CH2 på oscilloskopet
- **Pass på at signalamplituden ikke overstiger +5V!**

```
In [ ]: # Last factory reset på oscilloscop og signalgenerator.  
# Default 1x med DC-kobling på ch 1 og 2  
# load High Z på signalgenerator  
# kode for dette kommer her  
  
#screenshot
```

2.a)

"A" settes til 5 volt. (måles i TP1) Bruk oscilloskopet og sammenlign inngangssignal og utgangssignal når inngangssignalet til 'B' er en sinusspenning med frekvens 1 kHz.

Ta en utskrift som viser både inngangssignalet og utgangssignalet fra DTL-kretsen.

In []: `# Skjermdump`

Besvar følgende spørsmål:

- Hva som skjer med utgangssignalet?
- Hva er betingelsene for at utgangen endrer nivå?

In []: `### Besvarelse her ###`

Variere V_{pp} mellom 2 og 6 V.

- Hva skjer med perioden utsignalet har logisk tilstand 1 ('høy')?
- Forklar kort forholdet mellom amplitude på B og logisk tilstand på utgang

In []: `### Besvarelse her ###`

2.b)

Endre innstillinger på signalgenerator:

- Sett "Square"-signal
- Frekvens 1 kHz
- V_{pp} 5V

Øk frekvensen gradvis, mens dere følger med på endringene på utgangen. Man sier at kretsen gjengir signalet når utgangspulsene overstiger halve inngangsspenningen. (Denne frekvensen vil variere mellom kretskortene).

- Ta utskrift av signalet ved den høyeste frekvensen DTL-kretsen klarer å gjengi.
- Forklar kort hva som skjer i kretsen ved høye frekvens på innsignal.

In []: `### Skjermdump av høyeste gjengivelsesfrekvens ###`

In []: `### Forklaring her ###`

2.c)

Dere vil nå trenge Cursor-funksjonen på oscilloskopet: Gå tilbake til 100kHz (eller lavere, om kortet ikke klarte en så høy frekvens).

- Hva er forsinkelsen (i nanosekunder) fra inngangssignalet går fra 1 til 0, og til utgangen reagerer med å skifte tilstand fra 0 til 1? Ta utskrift fra skopet, inkludert cursormarkørene, og med en tidsakse som tydelig viser forsinkelsene.

Hva er forsinkelsen i motsatt retning? Ta utskrift. Skriv en kort forklaring til hvert av skjermdumpene på hva du ser og hva dette kommer av.

In []: `#Skjermdump 1 #`

In []: `###Forklaring###`

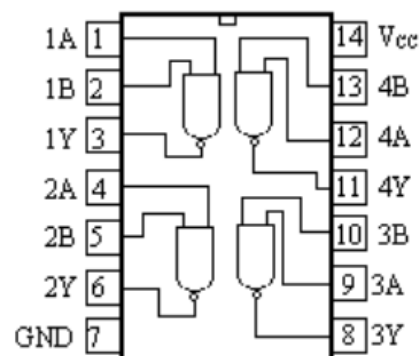
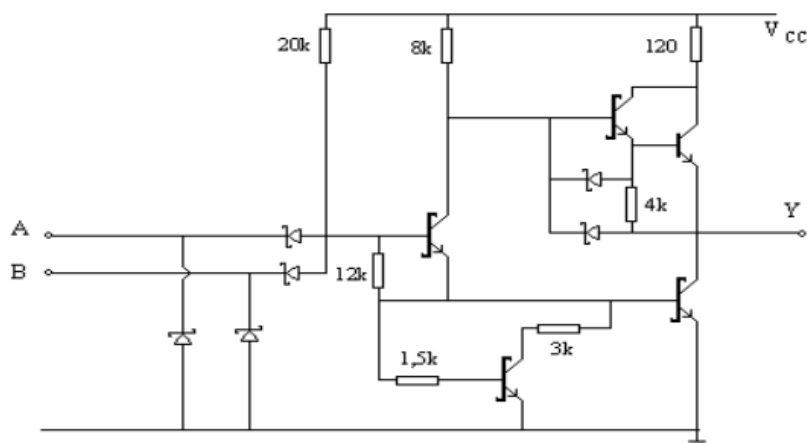
In []: `#Skjermdump 2 #`

In []: `###Forklaring###`

Oppgave 3: Integreert NAND-krets. (TTL-low power)

Den integrerte kretsen SN 74LS00 inneholder 4 uavhengige NAND-kretser med to innganger.

Koblingsskjema for en av NAND -kretsene er vist i til venstre i figuren under, og skjema for tilkobling av hele pakken er vist i til høyre i figuren under.



* Figur 3:Koblingsskjema for NAND-krets(t.v) og tilkoblingsoversikt av SN 74LS00 (t.h) *

Du skal nå ta for deg en av kretsene i SN 42LS00. Kortet er tilrettelagt for dette (nederst på kortet). Du kan undersøke baksiden av kortet om du vil sjekke hvilke pins på SN 74LS00 du faktisk måler på.

3.a) Mål følgende karakteristikker for en av kretsene:

1. Utgangsspenning som funksjon av inngangsspenning.
2. Inngangsstrøm som funksjon av inngangsspenning (du kan måle spenning over motstand R5).

Obs: pass på at du plotter inngangsstrøm, ikke spenning over motstand!

```
In [ ]: V_ut3=[] #volt
        V_R5 =[] #volt

plt.figure()
plt.plot()
```

Kommenter plottet. Hvordan stemmer det hva verdier fra plott i oppgave 1?

```
In [ ]: ### Kommentar her ###
```

Ekstraoppgave

Denne oppgaven er valgfri, men anbefales dersom du har tid til overs.

Tilbake til den øverste kretsen på kortet.

Øk frekvensen tilbake til maksimal verdi kretsen klarte å gjengi (fra oppgave 2.b). Koble til Schottky-dioden (BAT-86) mellom base og kollektor på BC546. Bruk strap S1. Ta et skjermbilde av pulsformen ut fra DTL- kretsen før og etter dioden er tilkoblet. Hva blir nå høyeste frekvens kretsen kan levere? Gi en forklaring på fenomenet

```
In [ ]: #skjerdump
```

```
In [ ]: ### Forklaring her ###
```